

ملاحظة 9 : spatial filtering

المستويات : (1) Mechanics of Filtering

(2) Linear & Non Linear Filters

(3) Smoothing Spatial Filters

Mechanics of spatial Filtering

* أولا : أنظره بـ Spatial Filtering في Frequency Domain و Spatial Domain

* الـ Frequency Filter يعني (Low, High, Band) pass و Band reject (منسحبها المضافة 11)

Linear Filter \rightarrow linear operation

non-Linear Filter \rightarrow non-Linear operation

* الـ Spatial Filtering يستخدم على كل الـ pixels واحد و الآخر الثاني ، يعني الـ Filter عند

لك أسماء زي Mask, Kernel, window

* الـ window أبعادها لازم تكون رقم odd ، $[m \times n]$ ، n و m أرقام فردية

فيقول $m = 2a + 1$ و $n = 2b + 1$ بحيث a و b هتدي

دا ايماننا بـ فردية للعدولت

* هنوزلا window بـ $w(s, t)$ و الصورة الأصلية (original) و الصورة بعد الـ filter

بـ $g(x, y)$

* لو فرضت عند window أبعادها 5×5 (عادة بنفخا رها صربعة)

نفقول $m = 5$ ، $n = 5$ و دا يعني $-a \leq s \leq +a$ و $-b \leq t \leq b$

في الحالة دي لو فرضت $a = 2$ و $b = 2$ من حدود لا تقبل فوق

	$w(-a, -b)$	$w(-a, -1)$	$w(-a, 0)$	$w(-a, 1)$	$w(-a, b)$
	$w(-1, -b)$	$w(-1, -1)$	$w(-1, 0)$	$w(-1, 1)$	$w(-1, b)$
	$w(0, -b)$	$w(0, -1)$	$w(0, 0)$	$w(0, 1)$	$w(0, b)$
	$w(1, -b)$	$w(1, -1)$	$w(1, 0)$	$w(1, 1)$	$w(1, b)$
	$w(a, -b)$	$w(a, -1)$	$w(a, 0)$	$w(a, 1)$	$w(a, b)$

$$-a = -2$$

$$-b = -2$$

لا حظ انك في النصيعة $s = t = 0$

و الـ s بتغيرها من $-a \rightarrow a$ بتحركه

في اتجاه x ، و نفس الكلام مع t في

اتجاه y بتغير من $-b \rightarrow b$

* بعد كويس بقى على شكل الـ filter من سلايد [9.4] وراجعها
 * طما يطبق الـ filter بـطبقة على $f(x, y)$ ، بس لازم آخذ
 الـ neighbors بتوعها على قدار window

* طما نيجي نطبق الـ filter هنضرب كل واحد في P بخانة ليها ونجمع

$$g(x, y) = f(x-1, y-1) * w(-1, -1)$$

$$\begin{aligned} &+ f(x-1, y) * w(-1, 0) \\ &+ f(x-1, y+1) * w(-1, 1) \\ &+ f(x, y-1) * w(0, -1) \\ &+ f(x, y) * w(0, 0) \\ &+ f(x, y+1) * w(0, 1) \\ &+ f(x+1, y-1) * w(1, -1) \\ &+ f(x+1, y) * w(1, 0) \\ &+ f(x+1, y+1) * w(1, 1) \end{aligned}$$

So, we can write $g(x, y)$ as

$$\begin{aligned} g(x, y) &= \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b f(x+s, y+t) w(s, t) \\ &= \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s, t) f(x+s, y+t) \end{aligned}$$

بغير الـ x, y عتساي الـ window تكلف على كل البكسلز في الصورة
 ونوصله ، انا كنت عند الأطراف وفيه بكسلز في هالها شـ قيمة ، بافرضها بـ صفر صفر

* الطريقة اللي فوق دي بتسميها Sum of products وهي الطريقة Linear

* ممكنه نقل الكلام اللي فوق بطريقة تسمى
 Convolution ←
 Correlation ←

* المعادلة التي كانت هي Correlation

$$w(x,y) \star f(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t)$$

* عملية Convolution هي نفسها عملية Correlation بس بلف

أو window 180°

$$w(x,y) \star f(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x-s, y-t)$$

يعني لو عندك window كالتالي (نصف الفرق)

Correlation window

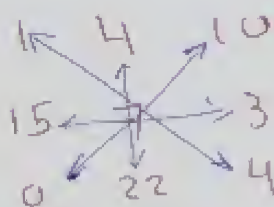
1	4	10
15	7	3
0	22	4

rotate
 180°

convolution window

4	22	0
3	7	15
10	4	1

عشان نسهل على نفسك ان rotation اعمل عملية تبديل لل pixels بالشكل ده



4	22	0
3	7	15
10	4	1

ياضياً، بنقل عملية rotation بالضرب بال unit impulse (يعني قيمة البكسل هي 1) وسلايد $[9,6]$ بتوضع الكلام ده على vector بينما سلايد $[9,7]$ بتوضع الكلام ده على صورة عادية

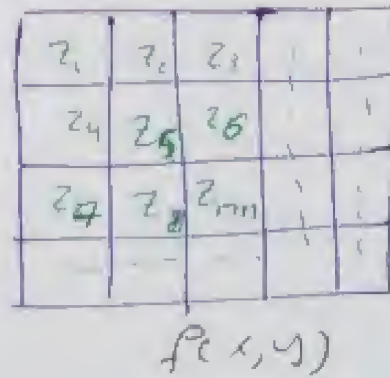
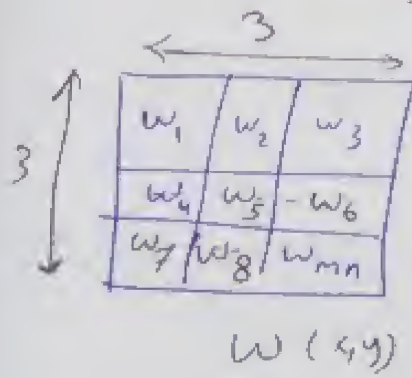
* بتقول بانه عملية Correlation و Convolution هما

commutative يعني ترتيبهم مش فارق

$$w(x,y) \star f(x,y) = f(x,y) \star w(x,y) \text{ (Correlation)}$$

$$w(x,y) \star f(x,y) = f(x,y) \star w(x,y) \text{ (convolution)}$$

* نكتب شكل الـ Filter بـ Matrix Notation



لو طبقنا الفلتر w على $f(x,y)$ ونحسب في (x,y) مجموع (z) هي اقلي دافعة في عملية الحساب

(يعني هي التي مضبوطة فيها window)

نكتب أصول الفيلتر $vector$ طول $mn \times 1$

$$w = [w_1 \quad w_2 \quad w_3 \quad w_4 \quad \dots \quad w_{mn}]$$

$$Z = [z_1 \quad z_2 \quad z_3 \quad z_4 \quad \dots \quad z_{mn}]$$

والمضرب Matrix بالأسفل التالي

التي تغير قيمته

$$R = w^T Z$$

$$= \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_{mn} \end{bmatrix} [z_1 \quad z_2 \quad \dots \quad z_{mn}]$$

$$= w_1 z_1 + w_2 z_2 + w_3 z_3 + \dots + w_{mn} z_{mn}$$

ففي عندك موزنة في قيمات في المعادلات ، افكرة تامة ، ونغير في اوزان كثير كادي جدا .

* راز اي بعد الـ Filter أو الـ Mask بتاعي ؟

* خوف صلايد [9.10] ، فيه التفاصيل باو صديك نوعين من الـ filters

* على اتمال averaging فدها مرة ، كل اللي هيملك رايك هيضرب قيمة البكسل في

1 وجمعهم ونغيرهم في $\frac{1}{9}$ (أو قيم على مجموع الـ weights بتاعت الـ window اللي هي مجموع الوهايد بـ 9)

* سلايد 9.16 فيها تطبيع filter ، كلما يكثر ابعاد window بعد blurring اكثر عتامة بيانه pixels اكثر
نحسب الحساب

* سلايد [9.17] عمل فيها Smoothing وبعد ها Thresholding

* سلايد [9.18] عمل فيها noise reduction باستخدام median filter

عتامة يفسد Salt and pepper noise [اعرف ان noise دي كويس ادي]

* صمكته يستخدم ال median filter عتامة يفسد speckle noise بردو

(معرفة الدكتور هاشم سيرتها ولا)

* ان Salt & pepper بتبقى عبارة عن pixels كثيرة بتغطي الصورة كأنها

مشوشة زي التلفزيونات القديمة كده (D) وسلايد 9.18 بتوضح الفرق

* لو رجعت لسلايد 9.15 هنلاقي فيها صيغة للفتر او وحدة normalized

والتانية زي unnormalized عتامة اصغر في الحساب

window

1/16	2/16	1/16
2/16	4/16	2/16
1/16	2/16	1/16

normalized

window

1	2	1
2	4	2
1	2	1

unnormalized

(1/16)
اقسم عليك
ملا تصيب

واعدل بقسم ال Coefficients على

ال window وبعدين امسح بعلية

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t)$$

بطريق window وطا افضل الحساب بقسم على مجموع ال Coefficients مرة واحدة

$$g(x,y) = \sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t) f(x+s, y+t)$$

$$\sum_{s=-a}^a \sum_{t=-b}^b w(s,t)$$

7 = 16

هناك نوعان من filters (average, median, gaussian) $\sigma = 0.5$ للـ gaussian، و Mask 3×3 على pixel في صورة مع ضرب σ بـ 0.5 للـ gaussian، و Mask 3×3

5	7	3	4
6	7	8	10
12	6	10	2

ملاحظة مهمة ، في الوقت المنطبق في $filter$ ، ونضيف قيمة $pixel$ في $index$ (7)
 الحاجة جديدة ، لما أمرنا $window$ عشية الاحتفال على $index$ (8) هافد القيمة القديمة (7) للفلتر ، حتى القيمة الجديدة بعد $filter$ ، فهي بالك أوي صودي عشية صقلها في الامتحان

① average

unnormalized weights

we have $w(-1, -1) = w(-1, 0) = \dots = w(1, 3) = 1$

$g(x, y) = \frac{(1)(5) + (1)(7) + (1)(3) + \dots + (1)(10)}{1+1+1+1+1+1+1+1+1} = \frac{64}{9} = 7.11 \approx 7$

Mark and the number of pixels in the window

we have $q = 1$
 $b = 1$
 $m = 2q + 1 = 3$
 $n = 2b + 1 = 3$

$P(x, y) = 7$
 required $g(x, y)$

we have $w(s, t) = 1$

$g(x, y) = \sum_{s=-q}^q \sum_{t=-b}^b w(s, t) P(x, y + t)$

② gaussian

0.0813	0.1353	0.0813
0.1353	1	0.1353
0.0813	0.1353	0.0813

5	7	3
6	7	8
12	6	10

$$g(x,y) = \frac{0.0813(5+3+12+10) + 0.1353(7+6+8+6) + 7w(-1,-)}{1 + 0.1353 \times 4 + 0.0813 \times 4} = 0.004 \approx 0$$
 والباقي زيها

③ median

5	7	3
6	7	8
12	6	10

نویسندگان
لهاگوی
آبشاری

3	5	6
6	7	7
8	10	12

تألف القصة
خبرiad
Center
لجود الترتيب

هنا نقول ان (μ, σ) هي القيمة
intentional و median
المعمدة في window

$$g(x, y) = 7$$

مقیث (s, t) با نری اعدادات فوق
و شریعارف لکیت معادله لدر median, ازای
هو شری $linear$ عموما فمیش هیئفع نظیر
الاعدادات فوق

